

Васильченко А.В. , к.т.н., доцент, доцент,
Ольховский В.С., курсант
НУГЗУ, Харків

АНАЛИЗ КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ "ВЗРЫВ-ПОЖАР" НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ СТАЛЬНОЙ КОЛОННЫ

Объекты повышенной опасности (ОПО) проектируются с учетом эпизодических (особых) воздействий, отражающих специфику производственных процессов. А в случае производственного процесса, не исключая взрыва, строительные конструкции рассчитываются на воздействие ударной волны.

В результате аварийных взрывов кроме повреждения строительных конструкций могут возникать пожары. Поэтому, следует ожидать, что деформации несущих строительных конструкций при взрыве повлияют на их несущую способность и, следовательно, на предел огнестойкости.

Вопрос в том, насколько сильно влияет деформация при взрыве строительной конструкции на её предел огнестойкости, нужно ли это учитывать при проверке степени огнестойкости здания и возможна ли дальнейшая эксплуатация здания после подобного комбинированного воздействия [1].

Значительная часть промышленных зданий представляет собой стальные каркасные конструкции. Поэтому имеет смысл изучить их поведение при комбинированном воздействии "взрыв-пожар". Гарантировать сохранность или повреждение огнезащиты при взрыве невозможно. Поэтому оценивать огнестойкость стальных конструкций целесообразно не по пределу огнестойкости, а по их критической температуре [2].

Для примера можно выбрать стальную колонну и оценить критические температуры при деформациях, не вызывающих потери ее устойчивости.

Такую колонну можно представить схематично в виде центрально сжатого шарнирно закрепленного на концах стержня. При взрыве действие на стержень ударной волны можно представить как кратковременный изгибающий момент (КИМ), вызывающий деформацию изгиба в средней части стержня.

При воздействии КИМ, когда достигается II стадия НДС, в стержне сохраняется остаточная деформация (изгиб). Стержень в этом случае следует рассматривать как сжато-изогнутый с эксцентриситетом $e_{ост}$. Устойчивость стержня (его несущая способность) будет зависеть от параметров сечения, механических свойств материала и эксцентриситета. При пожаре, возникшем после взрыва, огнестойкость стержня будет определяться соотношением рабочей нагрузки и несущей способности, параметрами сечения и условиями обогрева [3].

Основная опасность при нагреве стальных строительных конструкций состоит в значительных деформациях и быстрой потере ими прочности, начиная уже с 350 °С.

Для примера расчета выбрана стальная одноопорная центрально сжатая колонна, обогреваемая в случае пожара с 4-х сторон. Колонна представляет собой трубу высотой $H = 8$ м, диаметром $d = 426$ мм, с толщиной стенки $z = 12$ мм. Площадь сечения $A = 156$ см², радиус инерции $r = 14,7$ см. Предел сопротивления материала колонны $R_s = 21$ кН·см⁻².

На основании представленных данных для центрально сжатой колонны можно найти значение коэффициента продольного изгиба и определить для нее критические температуры при различных рабочих нагрузках, вычислив коэффициент снижения несущей способности.

После деформации колонны в результате взрыва ее можно рассматривать как сжато-изогнутый стержень с эксцентриситетом $e_{ост}$. Вычислив условную гибкость и величины приведенных эксцентриситетов, можно для различных значений эксцентриситета $e_{ост}$ найти коэффициенты понижения напряжения при внецентренном продольном изгибе и определить критические температуры при различных рабочих нагрузках.

Расчеты показывают, что деформация при взрыве 8-метровой стальной колонны, не вызывающая потери несущей способности, тем не менее, ведет к снижению ее критической температуры на 200...300 °С. В зависимости от рабочей нагрузки критическая температура при прогибе 10...12 см достигается при 100...200 °С. По результатам расчетов предел огнестойкости незащищенной стальной колонны даже при минимальной нагрузке не более R15, что не соответствует требуемой степени огнестойкости. Поэтому, не говоря о случае повреждения огнезащитного покрытия, следует заметить, что обычно такие покрытия рассчитываются на достижение стальной колонной критической температуры 450-500 °С. Вспучивающиеся покрытия начинают работать с температуры 140 °С, когда колонна уже может находиться на грани потери несущей способности [3]. То есть, деформация стальной колонны при взрыве даже без повреждения огнезащитного покрытия приведет к значительному снижению предела огнестойкости конструкции.

На основании методики рассмотренной в данной работе для объектов повышенной опасности можно прогнозировать устойчивость стальных колонн при аварийных взрывах с последующим пожаром, а также рекомендовать величины рабочих нагрузок и параметры огнезащитных покрытий, обеспечивающих необходимую устойчивость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голоднов О.І. Про необхідність розрахунку будівель зі сталевим каркасом на температурні впливи / Голоднов О.І., Антошина Т.В., Отрош Ю.А. // Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. – К. : Вид-во «Сталь», 2017. – Вип. 20. – С. 65-84.
2. Ковальов А.І Точність визначення параметрів покриттів сталевих конструкцій при вуглеводневому режимі пожежі /Ковальов А.І., Зобенко Н.В., Отрош Ю.А., Хмиров І.М., Данілін О.М.// Проблеми пожежної безпеки: Сб. науч. тр. – Харьков, НУЦЗУ, 2018.– Вып. 43. – С.73-79.
3. Васильченко А.В. Огнестойкость стальной колонны при комбинированном воздействии "взрыв-пожар" /Васильченко А.В., Ковалевская Т.М.// Проблеми пожежної безпеки: Сб. науч. тр. – Харьков, НУЦЗУ, 2018.– Вып. 43. – С.25-30. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7009>.